

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 690**

51 Int. Cl.:

**H01S 3/04** (2006.01)

**A61N 5/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02773161 .1**

96 Fecha de presentación: **25.07.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1417738**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.05.2004**

54 Título: **DISPOSITIVO LÁSER PORTÁTIL.**

30 Prioridad:  
**25.07.2001 US 307628 P**  
**24.07.2002 US 202325**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.01.2012**

73 Titular/es:  
**INNOTECH USA, INC.**  
**2975 WESTCHESTER AVENUE**  
**PURCHASE, NY 10577, US**

72 Inventor/es:  
**GRUZDEV, Valentin A. y**  
**EFREMKIN, Pavel, V.**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 372 690 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo láser portátil

**Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

- 5 La invención se refiere, en general, a dispositivos láser portátiles basados en una tecnología láser de estado sólido, y se refiere en particular a dispositivos láser portátiles con refrigeración directa de un conjunto de barras láser.

**Explicación de antecedentes y de la técnica anterior**

- 10 La radiación láser generada por los láseres de estado sólido se usa de manera generalizada en la industria y en la medicina. Como se ilustra en la figura 1, un conjunto típico de emisión de láser consiste en una barra de láser 6, una lámpara de excitación 3, un reflector 8, un par de espejos resonantes 5, 6 y una disposición de enfriamiento 7, 9. La longitud de onda de una radiación láser se determina por el tipo de una barra láser. La duración del impulso láser y su energía se establecen principalmente mediante la fuente de alimentación asociada al dispositivo láser. Entre los láseres comúnmente más usados en el campo médico se encuentran los láseres de estado sólido que utilizan cristales de granate de itrio y aluminio dopado con iones de neodimio, erbio, holmio, y también láser de rubí sobre la base de esmeril dopado con átomos de cromo.

- 15 La portabilidad es un aspecto importante para el uso efectivo de los dispositivos láser médicos. En este sentido, los dispositivos láser en miniatura capaces de adaptarse a la mano de un operador son de gran interés para los profesionales médicos. Entre los principales elementos de tales dispositivos láser portátiles se encuentran: Una disposición de enfriamiento y un sistema de puntería y enfoque de un haz láser. Una fuente de alimentación de un dispositivo láser de este tipo se puede posicionar bien en el interior o en el exterior de la carcasa. En los dispositivos láser portátiles se ha de prestar especial atención a minimizar sus dimensiones y su peso. Las lámparas de excitación, que se usan principalmente en láseres pulsados de espado sólido, emiten radiación óptica que se encuentra dentro del intervalo de 0,2 y 0,7 micrómetros. Este intervalo es sustancialmente superior a una banda de absorción de la barra de láser. Por lo tanto, una parte considerable de la radiación óptica de las lámparas de excitación que pasa a través de la barra de láser se desperdicia convirtiéndose en una energía térmica inútil. En consecuencia, cuando la lámpara de excitación pulsa constantemente su radiación en la dirección de la barra de láser para generar un haz láser de salida requerido, la temperatura de la barra de láser aumenta, disminuyendo su eficiencia. Por ejemplo, cuando la temperatura del la barra de láser de erbio aumenta hasta 70°C, la radiación láser es casi nula. Esto hace que una disposición de enfriamiento eficiente sea un componente muy importante para el funcionamiento estable y eficiente de los conjuntos de barra de láser de estado sólido. En la resolución de estos problemas, un factor importante es que se debe disipar una energía térmica pulsada extensiva de una superficie muy pequeña de la barra de láser. De este modo, el desarrollo de disposiciones de enfriamiento efectivas en miniatura adaptadas a la eliminación de energía térmica de los conjuntos de barras de láser se considera un problema clave en el desarrollo de dispositivos láser portátiles.

- 20 Actualmente, existen dos procedimientos básicos usados para facilitar la disipación térmica de los conjuntos de barras de láser. El primer procedimiento se basa en el uso de un medio de enfriamiento gaseoso, mientras que según el segundo procedimiento, se usa un medio de enfriamiento líquido. La absorción mínima de la radiación óptica de la lámpara de excitación y las dimensiones y el peso relativamente reducidos del sistema de enfriamiento se encuentran entre las importantes ventajas del primer procedimiento. El enfriamiento por líquido del segundo procedimiento proporciona una eficiencia de transferencia térmica considerablemente superior (en comparación con el enfriamiento gaseoso) de la barra de láser al refrigerante. Asimismo, el uso de los refrigerantes líquidos no proporciona la estabilidad a largo plazo del soporte óptico, y a menudo conduce a la contaminación de las superficies ópticas de la barra de láser, la lámpara de excitación y el reflector. Además, las disposiciones de enfriamiento por líquido actualmente disponibles aumentan sustancialmente el peso y las dimensiones de los respectivos dispositivos láser.

- 25 Es conocido que la cantidad de calor que se ha eliminar de una barra de láser o cristal depende de los siguientes factores: la dimensión de la superficie de enfriamiento; la diferencia entre la temperatura de la barra de láser y la temperatura del agente refrigerante, así como la velocidad de la agente refrigerante en la proximidad de la superficie de la barra de láser. Cuando se utiliza el enfriamiento por líquido, el coeficiente de transferencia térmica es mucho más elevado que el del enfriamiento por gas. Está es la razón por la cual en los dispositivos de láser pulsado, se usa muy raramente enfriamiento por gas. Sin embargo, el uso de la refrigeración por líquido para enfriar las barras de láser y las lámparas de excitación aumenta las dimensiones del emisor de láser, generando así mismo muchos otros problemas asociados a la refrigeración por líquido discutida anteriormente.

- 30 Asimismo se conocen disposiciones de enfriamiento para dispositivos láser que combinan el uso de los principios de enfriamiento por gas y por líquido. Una disposición de este tipo se divulga en la patente de los Estados Unidos 5.481.556. Según esta divulgación, la carcasa exterior de la cavidad del láser que contiene una lámpara de excitación

una barra de láser y un reflector son enfriados por un líquido que circula dentro de un circuito cerrado que rodea la cavidad del láser. El refrigerante líquido y la cavidad del láser se enfrían mediante un flujo de aire generado por un ventilador situado dentro del alojamiento. Uno de los principales inconvenientes de esta disposición es que la eliminación de calor de la barra de láser se lleva a cabo de manera indirecta a través del enfriamiento del exterior de toda la cavidad del láser. Este enfoque reduce sustancialmente la eficiencia del proceso de enfriamiento de los conjuntos láser.

### Sumario de la invención

En un sentido amplio de la invención se proporciona un dispositivo láser portátil según la reivindicación 1.

### Breve descripción de los dibujos

- 10 Otras ventajas y características de la invención se describen con referencia a realizaciones ejemplares, que se destinan a explicar y no a limitar la invención, y se ilustran en los dibujos en los cuales:
- La figura 1 es un diagrama esquemático de un emisor láser según la técnica anterior.
- La figura 2 es una vista parcial en sección transversal de una realización de la invención que utiliza agentes refrigerantes gaseosos y líquidos;
- 15 La figura 3 es una vista parcial en sección transversal que muestra el interior de un dispositivo láser portátil según otra realización de la invención;
- La figura 4 es una vista parcial en sección transversal que muestra el interior de un dispositivo láser portátil según otra realización de la invención;
- 20 La figura 5 es una vista parcial en sección transversal que muestra el interior de un dispositivo láser portátil según otra realización de la invención;
- La figura 6 es una vista parcial en sección transversal que muestra el interior de un dispositivo láser portátil según otra realización de la invención;
- La figura 7 ilustra un diseño alternativo del conjunto de barras de láser;
- La figura 8 muestra el conjunto que tiene una barra de láser de forma cónica; y
- 25 La figura 9 ilustra una realización de la invención con un emisor de láser pulsado que utiliza una lámpara adicional que proporciona una irradiación óptica visible continua.

### Descripción de la realización preferida

Con referencia ahora a la figura 2, que ilustra una realización de un dispositivo **10** láser portátil que tiene un emisor láser **11** dispuesto en un a carcasa **12** alargada sustancialmente hueca que se extiende longitudinalmente entre los extremos delantero **14** y trasero **16** de la misma. La carcasa está constituida por paredes exteriores **15** e interiores **17** que definen un espacio de amortiguación **48** entre las mismas. En lo sucesivo en esta solicitud se volverá a esta estructura. En el interior de la carcasa de la barra de láser **18** se dispone de sustancialmente centrada respecto de una lámpara de excitación **20** que está separada de la misma. Se posiciona un espejo **22** resonante totalmente reflectante o trasero en un extremo trasero de la barra de láser y en un eje óptico de la misma. Se sitúa un espejo **24** resonante de salida o delantero enfrente de la barra de láser en un eje óptico de la misma. Se aloja una disposición formadora de haz láser o una lente de enfoque **26** en el extremo delantero **14**, de manera que el espejo de salida **24** quede interpuesto entre la barra de láser **18** y la lente **26**. Para facilitar el paso del haz láser, el espejo resonante de salida **24** está constituido por características reflectantes reducidas respecto del espejo **22** resonante trasero totalmente reflectante. De manera alternativa, el espejo **24** se puede constituir con una abertura en la zona central de la misma. La barra **18** de láser y la lámpara **20** de excitación están al menos parcialmente rodeadas por un reflector **28**.

Durante el funcionamiento del dispositivo láser portátil, las luces de destellos son emitidas desde la lámpara **20** de excitación que es alimentada por una fuente de alimentación de la impulsión (no mostrada). Las luces de destello se reflejan en la superficie interior del reflector para hacer que la barra de láser absorba la energía generada. Se inyecta una luz desde la lámpara **20** de excitación dentro del material de láser de la barra de láser **18** que inicia la descarga de fotones en el cristal. Estos fotones se desplazan entre los espejos resonantes delantero **24** y trasero **22** que producen una amplificación armónica. Se resuena y amplifica una luz láser emitida desde la barra de láser por espejos resonantes. El haz láser amplificado se escapa del sistema a través del espejo **24** exterior. El haz de luz láser emitido se enfoca por la lente **26** e incide bien sobre una fibra óptica que se ha de transmitir a una sonda láser posicionada en el extremo delantero del aparato o directamente dirigida sobre el cuerpo de un paciente.

Un sistema refrigerante del dispositivo láser **10** ilustrado en la figura 2 es de un tipo combinado de líquido y gas. Se proporciona una disposición de enfriamiento convectivo o ventilador de enfriamiento **30** que genera una corriente de refrigerante gaseoso, que genera una corriente de refrigerante gaseoso, tal como el aire ambiente, por ejemplo dentro del interior de la carcasa **12** en el extremo trasero **16**. La disposición de enfriamiento por líquido incluye un alojamiento **32** formado respectivamente por paredes interior **34** y exterior **36** separadas entre sí del mismo. Una cámara de enfriamiento **38** adaptada para recibir un medio de enfriamiento líquido se forma dentro del espacio hueco entre las paredes del alojamiento **32**. La pared interior **34** define una abertura alargada **40** que se extiende a través de la longitud total del alojamiento y adaptada para recibir al menos parcialmente la barra de láser **18**. Las paredes **34** y **36** del alojamiento están realizadas en un material ópticamente transparente. Una cámara de acumulación intermedia **42** está dispuesta dentro de la carcasa **12** y se conecta a la cámara de enfriamiento **38** mediante elementos de conexión de entrada y salida **44** y **46**, respectivamente. Con el fin de aumentar el volumen del medio de enfriamiento líquido disponible y de intensificar, además, el proceso de enfriamiento, el espacio de amortiguación **48** está dispuesto dentro del espacio interior de la carcasa **12** a lo largo de la pared exterior **15**. La comunicación entre el espacio de amortiguación **48** y la cámara **42** de acumulación intermedia se realiza mediante elementos de entrada **52** y descarga **54**. Múltiples aletas **56** se extienden hacia fuera desde la pared interior **17** de la carcasa hacia una región central del aparato **10**.

En el sistema de enfriamiento del dispositivo láser portátil **10** cada uno de los agentes de enfriamiento por gas y líquido se aplica a diferentes elementos de la unidad láser **11**. En este sentido, la corriente de un agente de enfriamiento por gas, tal como el aire, por ejemplo, generado por el ventilador **30** y dirigido longitudinalmente dentro de la carcasa se dirige típicamente hacia los elementos de la unidad láser expuesta a la máxima temperatura. Más específicamente, se dirige hacia la lámpara **20** de excitación **20** y el reflector **28**. Asimismo, la barra de láser **18** se enfría mediante el medio de enfriamiento líquido, tal como agua, por ejemplo, que circula principalmente entre la cámara de enfriamiento **38**, la cámara de acumulación intermedia **42** y el espacio de amortiguación **48**. En la realización de la figura 2, el refrigerante líquido se suministra a la cámara de enfriamiento **38** desde la cámara **42** de acumulación intermedia mediante una bomba **44** asociada al elemento **44** de conexión de entrada. Al circular dentro de la cámara de enfriamiento **38**, el refrigerante líquido que tiene una temperatura elevada se recicla hacia la cámara **42** de acumulación intermedia a través del elemento **46** de salida y finalmente puede volver a entrar en el espacio de amortiguación **48** a través del elemento **54** de descarga. Se puede proporcionar un elemento **58** de enfriamiento auxiliar que tiene un contacto térmico con la pared de la cámara **42** de acumulación intermedia para intensificar el proceso de enfriamiento.

Como se ilustra en la figura 2, el flujo de refrigerante gaseoso generado por el ventilador **30** se dirige a las superficies exteriores de los elementos que forman el sistema de enfriamiento por líquido tal como; la cámara de enfriamiento **38** y la cámara de acumulación intermedia **42**. Las múltiples aletas **56** aumentan la superficie de intercambio térmico de la pared interior **17** que forma el espacio de amortiguación **48** que está sujeto también a al flujo de refrigerante gaseoso. Para intensificar, además, el flujo de refrigerante gaseoso dentro de la carcasa **12**, las regiones trasera **16** y **14** de la misma están provistas de aberturas **58**, **60** respectivamente.

Los elementos del dispositivo **10** láser portátil sometido a la temperatura máxima, tal como la lámpara de excitación **20** y el reflector **28** se enfrían efectivamente por la corriente de refrigerante gaseoso generado por el ventilador **30**. Asimismo, la temperatura de la barra de láser **18** se reduce directamente por el flujo de refrigerante líquido. Además, los elementos del sistema de refrigeración por líquido se enfrían también por la corriente de refrigerante gaseoso generado por el ventilador **30**. Tal capacidad combinada de enfriamiento proporciona la estabilidad necesaria de la temperatura de la barra de láser **10** que se genera en las condiciones del dispositivo láser portátil.

La efectividad de eliminación de calor de la unidad **11** de barra de láser se puede reforzar aumentando la velocidad, rapidez y ritmo del flujo del refrigerante gaseoso a lo largo de sus elementos. En la realización de la figura 2, esto se puede conseguir mediante el aumento de la velocidad de giro del ventilador **30** o mediante la provisión de una bomba de aire exterior que suministra un refrigerante gaseoso de presión relativamente elevada en el interior de la carcasa del dispositivo láser. En el dispositivo láser ilustrado en la figura 2, la disposición de enfriamiento por gas se adapta para utilizar el aire ambiente como medio de refrigerante gaseoso y el agua como medio refrigerante líquido. Sin embargo, también se contempla el uso de otros agentes de enfriamiento gaseosos y líquidos que se pueden precalentar antes de entrar en el interior de la carcasa. Uno de los ejemplos de tal agente gaseoso precalentado puede ser dióxido de carbono.

Ahora se hará referencia a la figura 3, que ilustra otra realización de la invención. El aparato **310** láser portátil está constituido por una carcasa alargada **312** que tiene una zona interna sustancialmente hueca que se extiende entre los extremos delantero **314** y trasero **316** de la misma. El conjunto emisor **311** que incluye la barra de láser **318**, los espejos resonantes delantero **324** y trasero **322**, la lámpara de excitación **320** y el reflector **328** están soportados por elementos **327** y **329** de soporte separados entre sí. Se dispone una zona de baja presión o de vacío **325** en el extremo trasero **316**. En la realización de la figura 3, una corriente de refrigerante gaseoso entra en el interior de la carcasa a través de la abertura de entrada **317** dispuesta en el extremo delantero **314** y se descarga a través de una abertura de

salida dispuesta en el extremo trasero del dispositivo (no mostrado). La zona de baja presión **325** da como resultado el diferencial de presión en los extremos trasero y delantero, de manera que se genera un flujo longitudinal de refrigerante gaseoso que pasa a lo largo de la barra de láser **318**, la lámpara de excitación **320** y otros elementos del conjunto emisor. Para facilitar el paso del refrigerante los elementos de soporte **327** y **329** se forman con aberturas **311** y **335**, respectivamente. La zona de baja presión se puede generar en el extremo 314 o trasera de la carcasa mediante cualquier medio convencional tal como una bomba de aire, etc., que se puede posicionar dentro o fuera de la carcasa **312**. Tal disposición da como resultado la velocidad elevada del flujo de refrigerante gaseoso y garantiza menores dimensiones del sistema de enfriamiento. Asimismo, en comparación con un ventilador que se ha usado típicamente para proporcionar un flujo de refrigerante gaseoso, la zona de baja presión requiere una menor alimentación energética. Otra ventaja importante de la zona de baja presión **325** es que mejora sustancialmente la homogeneidad del flujo de refrigerante gaseoso en el interior de la carcasa y elimina sustancialmente los vórtices gaseosos y las áreas de estancamiento en el interior de la misma.

El refrigerante gaseoso que entra en el interior de la carcasa contiene típicamente partículas de polvo ambiental así como partículas de sustancias tratadas con un dispositivo láser. Tales partículas, cuando pasan por el interior de la carcasa contaminan los elementos ópticos dispuestos en el interior de la misma. Finalmente esto da como resultado una reducción de las características esenciales del dispositivo. Para minimizar los efectos no deseados, se dispone en la entrada **317** una unidad de filtración **330** que contiene un filtro exterior desechable **322** y un filtro interior de larga duración **334**.

En las aplicaciones médicas del aparato láser portátil **310**, el refrigerante gaseoso también puede contener partículas de carne humana (residuos) formados durante la interacción del haz láser con un tejido tratado. Se considera que tales residuos son posibles patógenos y necesitan ser evacuados del aire para una eliminación apropiada. Con este fin se puede disponer un filtro desechable **340** en el extremo delantero del aparato **310**. Como se ilustra en la figura 3, el filtro **340** incluye una pared interior **342** que define una abertura central **344** que pasa por toda la longitud de la misma. Se adapta un espacio **346** sustancialmente hueco formado entre la pared interior **342** y la pared exterior **346** para recibir un material filtrante en el interior del mismo. Se disponen múltiples aberturas de entrada **345** en la región delantera de la pared interior **342**, mientras que las aberturas de salida **347** se disponen en la región trasera del filtro. En vista de la zona **325** de menor presión y el proceso de succión asociado a la misma, la corriente de aire que contiene partículas de carne humana entra inicialmente en el interior del filtro **340** a través de múltiples aberturas **345**. Al pasar a través del material filtrante, la corriente de aire separada de las partículas y residuos entra en la región delantera **314** del aparato a través de las aberturas de salida **347**.

La realización de la figura 4 es en muchos aspectos similar a la realización de la figura 3. Sin embargo, las aberturas de entrada **417** y **419** que contienen las respectivas unidades filtrantes **430** y **440** se posicionan en la región trasera **416** del emisor láser. Como se ilustra en la figura 4, al entrar el flujo de refrigerante gaseoso en el interior de la carcasa por los respectivos filtros exterior e interior **432**, **434** y **422**, **444** se dirige inicialmente hacia la región delantera **414** del dispositivo que refuerza la disipación de calor desde el exterior del emisor láser. En la región delantera **414**, el flujo de refrigerante gaseoso se deriva de nuevo hacia la zona de baja presión **325**, de manera que circule a lo largo de la zona interior del emisor láser. En la realización de la figura 4, la corriente de refrigerante gaseoso entra en el interior de la carcasa en el extremo trasero de la misma donde la concentración de partículas resultantes del uso del dispositivo es inferior a la de la parte delantera del dispositivo.

Cabe señalar que la zona de baja presión o de vacío se puede usar también en la realización de la figura 2 en lugar del ventilador para generar el flujo de refrigerante gaseoso dentro del alojamiento. En la realización de la figura 2, la zona de baja presión se puede disponer, por ejemplo, en la región delantera del alojamiento.

Volviendo ahora a la figura 5, ésta ilustra otra realización de una disposición de enfriamiento **510** para un dispositivo láser portátil. Un emisor láser **511** consiste en dos lámparas de excitación **520** y **521** que se disponen en lados opuestos de la barra de láser **518**. En la dirección longitudinal, la barra de láser **518** se interpone entre el espejo resonante **522** trasero totalmente reflectante y un espejo resonante **524** delantero o de salida semirreflectante. Las lámparas y la barra de láser están rodeadas por un reflector **528** que se posiciona dentro y separado de la carcasa exterior **512**. Un espacio de amortiguación **548** sustancialmente hueco se forma entre la carcasa exterior **512** y el reflector **528**.

Se dispone una camisa **519** realizada en un material ópticamente transparente a lo largo de una superficie exterior de la barra de láser **518**. La camisa está constituida al menos por una superficie exterior **515** y una abertura interior longitudinal **516** que pasa a través de la misma. Se forma una ranura espiral interna continua dentro de un cuerpo de la camisa en la abertura **516** y se extiende a través de toda la longitud de la misma. La abertura longitudinal que incluye la ranura interna se adapta para recibir de manera rotativa la superficie exterior de la barra de láser **518**. El movimiento rotativo de la camisa **519** respecto de la barra de láser se facilita mediante un pequeño hueco dispuesto entre la abertura interna **516** de la camisa y la superficie exterior de la barra de láser. La ranura espiral interna **517** se adapta para recibir el líquido refrigerante y hacerlo pasar a lo largo de la superficie exterior **515** de la barra de láser. Para

5 aumentar el volumen del refrigerante líquido disponible y para intensificar, además, el proceso de enfriamiento, la ranura espiral interna **517** está en comunicación fluida con el espacio de amortiguación **548** también relleno del refrigerante líquido. Una disposición rotativa convencional, tal como un motor eléctrico **525** provisto de un embrague magnético, por ejemplo, genera el movimiento rotativo de la camisa **519** que incluye la ranura espiral interna **517** respecto de la barra de láser **518**.

10 En la realización de la figura 5, el ventilador de enfriamiento **530** se posiciona hacia atrás de la carcasa **512**. Para facilitar la introducción y la salida del flujo de refrigerante gaseoso generado por el ventilador **530** dentro y desde la cavidad de láser, se forman las aberturas **527** y **529** en las paredes trasera y delantera de la carcasa, respectivamente. En funcionamiento, el espacio interior de la ranura espiral continuo **517** y el espacio de amortiguación **548** se llena con el medio de enfriamiento líquido. El movimiento rotativo de la camisa **519** que incluye la ranura **517** espiral interna continua respecto de la barra **518** de láser estacionaria proporciona el movimiento longitudinal del medio refrigerante líquido a lo largo de las superficies exteriores **515** de la barra de láser calentada. La ranura espiral continua se comunica con el espacio de amortiguación **548** relleno del refrigerante líquido. Para reforzar, además, la eficiencia del enfriamiento de la barra de láser, el fluido de enfriamiento circula entre el espacio de amortiguación y la ranura espiral interna. Después de ser descargado de la ranura **517**, el líquido refrigerante usado que tiene una temperatura elevada al entrar en el espacio de amortiguación **548** transfiere su calor a la carcasa **512** que es absorbido por la corriente de aire generada por el ventilador **530**.

20 En la realización de la figura 5, el ajuste fino de rotación entre las ranuras espirales continuas **517** de la camisa y la superficie exterior **515** de la barra de láser forman una pluralidad de cavidades cerradas que se desplazan continuamente desde la entrada **532** a la salida **534** del conjunto de barra de láser. Esta disposición da como resultado la capacidad de presión positiva para el refrigerante líquido. Un funcionamiento, estas cavidades atrapan el agente refrigerante líquido en la entrada **532**, lo llevan a lo largo de las superficies exteriores **515** de la barra de láser y lo descargan en la salida **534**, proporcionando un flujo continuo del refrigerante a lo largo de la barra de láser. De este modo, el movimiento de rotación de la ranura **517** espiral interna a lo largo de la barra de láser forma una disposición de desplazamiento positivo, que es capaz de desplazar una cantidad definida del refrigerante líquido con cada revolución de la ranura espiral.

30 Volviendo ahora a la figura 6, que ilustra otra realización de la invención. Un conjunto de barra de láser que consiste en una barra de láser **618**, el espejo **622** resonante trasero totalmente reflectante y el espejo **624** resonante delantero semirreflectante de salida se asocian de manera móvil con el eje del motor eléctrico **625** o cualquier otra disposición convencional de rotación. Una disposición **627** espiral continua que se extiende hacia fuera se enrolla alrededor o se distribuye sobre las superficies exteriores **615** de la barra de láser **618**. La disposición espiral **627** se puede tallar a partir de un cuerpo de la barra de láser. De manera alternativa, se puede posicionar una disposición espiral independiente sobre la superficie exterior de la barra láser. De esta manera se desarrolla una formación **629** de ranuras espirales externas continuas sobre la superficie exterior **615** de la barra de láser. Una camisa **619** definida por al menos la abertura **628** longitudinal interna y la superficie externa **619** se forma a partir de un material ópticamente transparente. La superficie exterior **619** de la camisa se posiciona fijamente en el interior de la carcasa (no mostrada), mientras la abertura **628** longitudinal interna se adapta para recibir con rotación la barra de láser **618** con la disposición **627** espiral externa continua. Se facilita este movimiento rotativo mediante un hueco menor dispuesto entre los extremos exterior de la disposición espiral y la superficie interior de la camisa **619**. Como en las realizaciones previamente descritas, la lámpara de excitación **620** se dispone en una relación espaciada de la barra de láser.

45 En la realización de la figura 6, el movimiento de rotación de la barra de láser **618** dentro de la abertura longitudinal **628** proporciona un desplazamiento positivo rotativo en el cual el flujo de refrigerante líquido se dirige axialmente a través de la abertura, para la eliminación de calor de las superficies exteriores **615** de la barra de láser. El refrigerante es llevado por las estrías que se extienden hacia fuera sobre la barra de láser rotativa y se desplaza axialmente a medida que gira la espiral.

50 En funcionamiento, al activarse la disposición rotativa por el motor eléctrico **625**, la barra de láser junto con la disposición espiral continua y los espejos resonantes **622** y **624** giran dentro del espacio hueco interno de la camisa ópticamente transparente. El movimiento de rotación de la espiral externa desarrolla la succión en la entrada de la camisa **619**, de manera que el refrigerante se introduce en el hueco entre la barra de láser y el interior de la camisa. Al pasar a través del espacio hueco de la camisa, se lleva a cabo el proceso de intercambio de calor entre el refrigerante y la superficie externa de la barra de láser que reduce su temperatura. Cuando la frecuencia de rotación de la barra de láser sobrepasa la frecuencia de pulso de la lámpara de excitación, un pulso ultrarrápido de la lámpara de excitación corresponde a varias revoluciones de la barra de láser. Esta condición da como resultado la mayor uniformidad del haz láser generado por el dispositivo de la invención.

55 En la realización de la figura 6, la temperatura de la barra láser se reduce mediante el flujo del refrigerante desarrollado durante la rotación de la barra de láser y la disposición espiral externa alrededor del eje longitudinal del dispositivo. En este caso, la velocidad del flujo del refrigerante en la superficie de la barra de láser además del componente axial tiene

también un componente radial que depende directamente de una velocidad de giro de la barra de láser. De este modo, la cantidad de calor eliminada de la para depende de la velocidad de giro de la misma. Si la velocidad de giro de la barra sobrepasa el tomo de repetición de los pulsos de láser entonces aumentará respectivamente la uniformidad del haz láser sobre su sección transversal. Se ha determinado que al aumentar la relación de la velocidad de giro de la barra de láser respecto del ritmo de repetición de los pulsos de láser, se lleva a cabo una mayor uniformidad del haz láser.

En una realización alternativa, la disposición **27** espiral puede girar dentro de la abertura **628** longitudinal interna de la camisa alrededor de una barra de láser posicionada de manera estacionaria.

Cabe señalar que la disposición de desplazamiento de refrigerante como se ha mencionado anteriormente con referencia a la figura 6 se puede utilizar en el aparato láser portátil de la figura 2. En este sentido, la barra de láser constituida por la disposición espiral externa continua se posiciona de manera rotativa dentro del espacio interno de la cámara de enfriamiento que comunica con la cámara de acumulación intermedia de los elementos de conexión de entrada y salida. Al girar la barra de láser que incluye la disposición espiral externa, se desarrolla la succión en el elemento de conexión de entrada, de manera que llevar el refrigerante líquido desde la cámara de acumulación intermedia al espacio interior de la camisa de enfriamiento. El refrigerante líquido usado que tiene una temperatura elevada se vuelve a descargar en la cámara de acumulación intermedia a través del elemento de conexión de salida. El movimiento de giro de la barra de láser y la disposición espiral externa generan una succión dentro de la cámara de enfriamiento que da finalmente como resultado un flujo continuo del refrigerante a lo largo de la barra. En vista de esto último, la disposición especial de bombeo utilizada en la realización de la figura 2 para llevar el refrigerante líquido desde la cámara de acumulación intermedia al interior de la cámara de enfriamiento ya no es necesaria.

En la realización de la figura 7, la barra láser **718** se forma con una configuración troncocónica o una forma de tronco de pirámide poligonal. Una superficie lateral o de lado **726** de la barra se extiende entre la primera base **732** y la segunda base **734** que son sustancialmente ortogonales al eje óptico A-A del dispositivo. Las lámparas de excitación **720** y **721** se disponen en ambos lados de la barra de láser **718**. Las bases **732** y **734** así como la superficie lateral **726** de la barra de láser son transparentes a la radiación de las lámparas de excitación. De modo similar a las realizaciones descritas previamente, la barra láser **718** se interpone entre el espejo resonante **722** trasero totalmente reflectante y un espejo resonante **724** delantero semirreflectante orientado hacia la primera base **732** de la barra de láser que tiene una sección transversal sustancialmente inferior a la segunda base **734** orientada hacia el espejo resonante **722** trasero totalmente reflectante. Como se ilustra en la figura 7, el flujo del medio de enfriamiento se extiende a lo largo del eje longitudinal A-A de la barra de láser **718** en la dirección de delante hacia atrás. La superficie lateral **726** de la barra de láser es sometida a una corriente de refrigerante que se extiende a lo largo del eje longitudinal A-A de la barra de láser.

Como se ilustra en el diagrama que forma una parte de la figura 7 en el área de acoplamiento con la superficie lateral **726** del vector direccional de la velocidad  $V$  de la corriente del refrigerante se puede dividir en un componente  $V_n$  que se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la superficie lateral y un componente tangencial  $V_t$  que se dirige a lo largo de la superficie lateral. Es conocido que la corriente del refrigerante dirigida de manera ortogonal proporciona el proceso de enfriamiento de mayor eficiencia en comparación con la disposición en la cual la corriente de refrigerante se dirige solamente de manera tangencial o a lo largo de la superficie de la barra de láser.

En la realización de la figura 7, la existencia del componente ortogonal  $V_n$  en la velocidad del flujo de refrigerante reduce las áreas de estancamiento del flujo de refrigerante causadas por las fuerzas de fricción entre la superficie de la barra de láser y el flujo de refrigerante. Esta disposición aumenta, además, la eficiencia de la transferencia de calor entre la barra de láser y el refrigerante.

En el aparato láser de la figura 7, un diámetro o periferia exterior del espejo resonante **722** trasero totalmente reflectante sobrepasa la mayor sección transversal de la barra de láser **718**. En este sentido, en la figura 7 se muestra que la periferia exterior del espejo trasero **722** es superior a la periferia exterior de la base trasera **734**. De este modo, durante las múltiples reflexiones de la radiación óptica entre el espejo resonante **722** trasero plenamente reflectante y la superficie lateral **726** de la barra láser, se lleva a cabo una amplificación adicional de la radiación láser. Esto es más común cuando el ángulo que se forma en la punta de la barra de láser **718** es de aproximadamente  $90^\circ$ .

Volviendo ahora a la figura 8, que ilustra una realización adicional de la invención con una barra de láser **818** que tiene una configuración sustancialmente cónica o constituida con una forma de piramidal poligonal con una base **834**. La superficie lateral **826** y la base **834** de la barra de láser son transparentes a la radiación óptica. El espejo resonante **822** totalmente reflectante está provisto de una abertura central **825** para descargar la radiación del haz láser generada por el dispositivo. El espejo resonante **822** se puede fijar a la base **834** o se puede espaciar de la base **834** (como se muestra en modo fantasma). El espejo resonante **822** se puede formar aplicando un revestimiento reflectante especial a la base **834**. La barra de láser **818** se interpone entre dos lámparas de excitación **720** y **721**.

Como se ilustra en la figura 8, el flujo de medio de enfriamiento se dirige a lo largo del eje longitudinal A-A de la barra

de láser **818**. De manera similar a la realización de la figura 7, en la zona de acoplamiento del flujo de refrigerante con la superficie lateral **826**, el vector direccional  $V$  de la velocidad de la corriente de refrigerante se forma con un componente ortogonal  $V_n$  que se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la superficie lateral **826** y un componente tangencial  $V_t$  dirigido a lo largo de la superficie lateral **826**. De manera similar a lo mencionado anteriormente, la corriente dirigida de manera ortogonal proporciona el proceso de enfriamiento de mayor eficiencia en comparación con la disposición en la cual toda la corriente de refrigerante se dirige solo de manera tangencial o a lo largo de la superficie de la barra de láser. Esta disposición también aumenta la eficiencia de la transferencia de calor entre la barra de láser **818** y el medio refrigerante.

Volviendo de nuevo a la figura 9 que ilustra el dispositivo láser pulsado **910** que tiene la barra de láser **928**, los espejos resonantes delantero y trasero **924** y **922** y la lámpara de excitación situados dentro del reflector **928**. Una fuente de radiación óptica continua **927** se dispone dentro del reflector por un lado de la barra de láser **918** opuesto a la lámpara de excitación **920**. La fuente **927** se debería posicionar de tal manera que interfiera mínimamente con interacción entre la barra de láser y la lámpara de excitación. Una parte de una radiación óptica visible continua generada por la fuente **927** y amplificada en la barra **928** sirve de luz visual piloto para reforzar el objetivo de un haz láser infrarrojo en una zona tratada. Asimismo, la radiación óptica continua después de ser absorbida por la barra de láser reduce un umbral de inactividad. Esto permite que la invención reduzca la energía eléctrica consumida por la lámpara de excitación **920** de manera que se reduzca finalmente la temperatura de la barra de láser **918**.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Dispositivo (10) láser portátil que comprende:
- una carcasa (12) formada con un espacio interior sustancialmente hueco;
- 5 un emisor láser (11) dentro de dicho espacio interior, teniendo dicho emisor láser (11) al menos una lámpara de excitación (20) y una barra de láser (18) espaciadas entre sí;
- una fuente (30) que genera una corriente de refrigerante gaseoso dentro del espacio interior;
- una disposición de enfriamiento por líquido que rodea al menos parcialmente dicha barra de láser (18), estando dicha disposición de enfriamiento por líquido dentro de dicha corriente de refrigerante gaseoso para la eliminación de calor de la misma, **caracterizado porque**
- 10 la disposición de enfriamiento por líquido comprende un alojamiento (32) que tiene una abertura alargada que pasa a través de la misma, estando dicha abertura alargada adaptada para recibir al menos dicha barra de láser (18) en el interior de la misma, y una cámara de acumulación intermedia (42) dispuesta dentro de dicha carcasa (12) y en comunicación con dicho alojamiento (32).
- 2.- Dispositivo láser portátil según la reivindicación 1, que comprende, además, al menos un elemento de conexión (44) que proporciona comunicación entre dicho alojamiento (32) y dicha cámara de acumulación intermedia (42).
- 15 3.- Dispositivo láser portátil según la reivindicación 2, en el cual dicho al menos un elemento de conexión comprende elementos de conexión de entrada (44) y salida (46) para la comunicación entre dicho alojamiento (32) y dicha cámara de acumulación intermedia (42).
- 4.- Dispositivo láser portátil según la reivindicación 3, en el cual una disposición de bombeo (43) se asocia a dicho elemento de conexión de entrada (44), para de este modo permitir la circulación de un refrigerante líquido entre dicho alojamiento (32) y dicha cámara de acumulación intermedia (42).
- 20 5.- Dispositivo láser portátil según la reivindicación 4, que comprende además, un espacio de amortiguación (48) constituido entre las paredes exterior (15) e interior (17) de la carcasa (12), dicho espacio de amortiguación comunica con dicha cámara de acumulación intermedia (42).
- 6.- Dispositivo láser portátil según la reivindicación 5, en el cual dicho refrigerante líquido es capaz de circular entre dicho alojamiento (32), dicha cámara de acumulación intermedia (42) y dicho espacio de amortiguación (48).
- 7.- Dispositivo láser portátil según la reivindicación 6, en el cual el exterior de dicho alojamiento (32) y la cámara de acumulación intermedia (42) se sitúan dentro de dicha corriente de refrigerante gaseosa, para de este modo facilitar la eliminación de calor del refrigerante líquido contenido en su interior.
- 30 8.- Dispositivo láser portátil según la reivindicación 7, en el cual dicha pared interna (17) de la carcasa (12) se expone a dicha corriente de refrigerante gaseoso para de este modo facilitar la eliminación de calor del refrigerante líquido situado dentro del espacio de amortiguación (48), y se dispone un elemento de refrigeración auxiliar (58) que tiene un contacto térmico con la pared exterior de la cámara de acumulación intermedia (42).
- 9.- Dispositivo láser portátil según la reivindicación 5, en el cual se forman una pluralidad de aletas de enfriamiento (56) de un material conductor térmico y se extienden desde dicha pared interna (17) de la carcasa, dicha pluralidad de aletas de enfriamiento (56) se posicionan dentro de dicha corriente de refrigerante gaseoso para la eliminación de calor del refrigerante líquido situado dentro del espacio amortiguación (48).
- 35 10.- Dispositivo láser portátil según la reivindicación 9, en el cual dicha disposición de enfriamiento por líquido comprende, además, elementos de entrada (52) y de descarga (54) que proporcionan comunicación entre dicho espacio de amortiguación (48) y dicha cámara de acumulación intermedia.
- 40 11.- Dispositivo láser portátil según la reivindicación 1, en el cual dicha corriente de refrigerante gaseoso se forma mediante una zona de baja presión (325) constituida en un extremo de la carcasa.



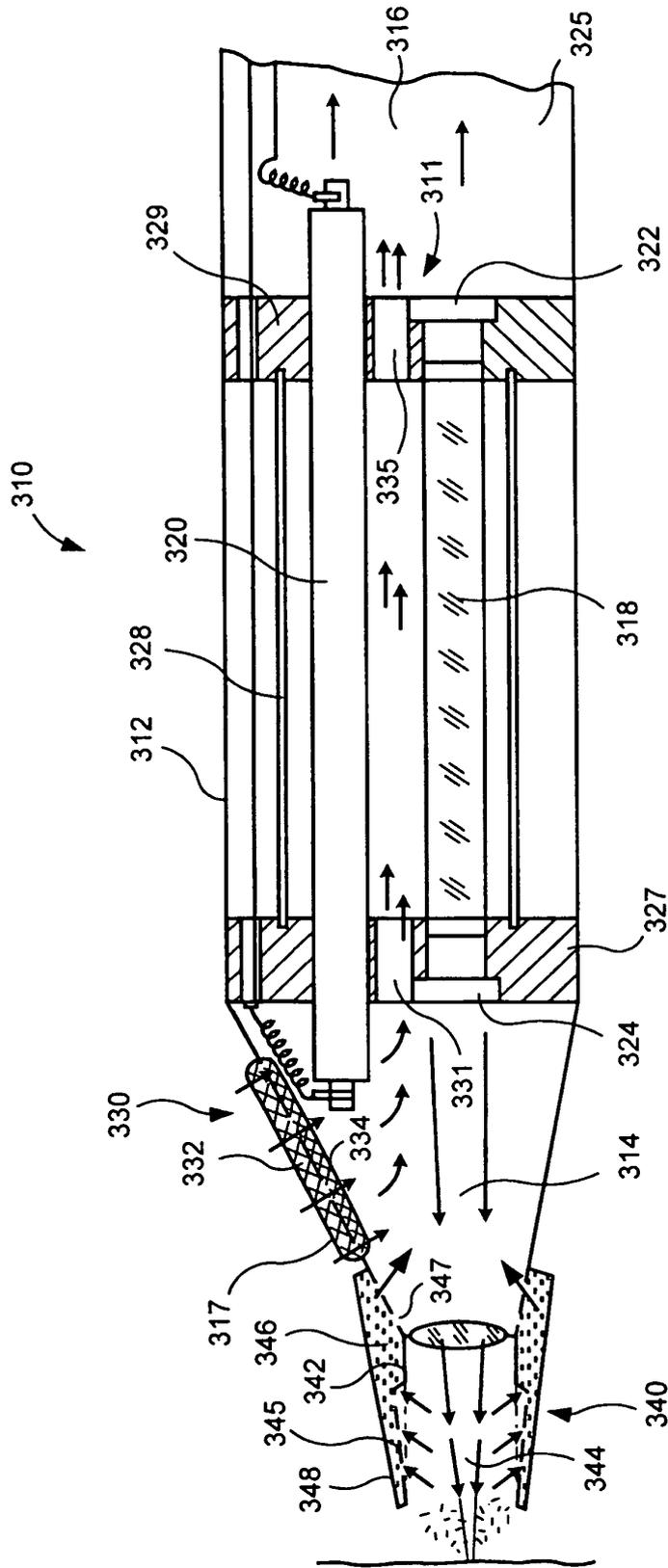


FIG. 3

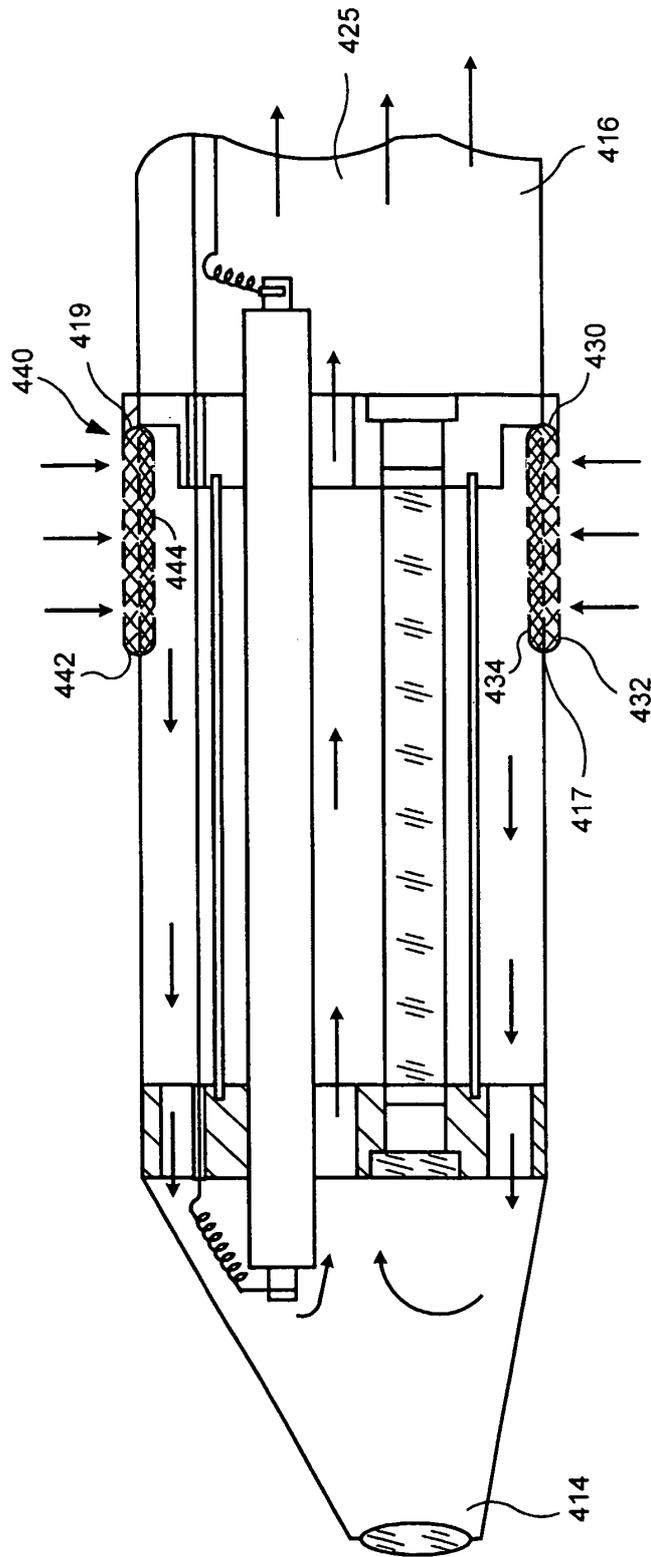


FIG. 4

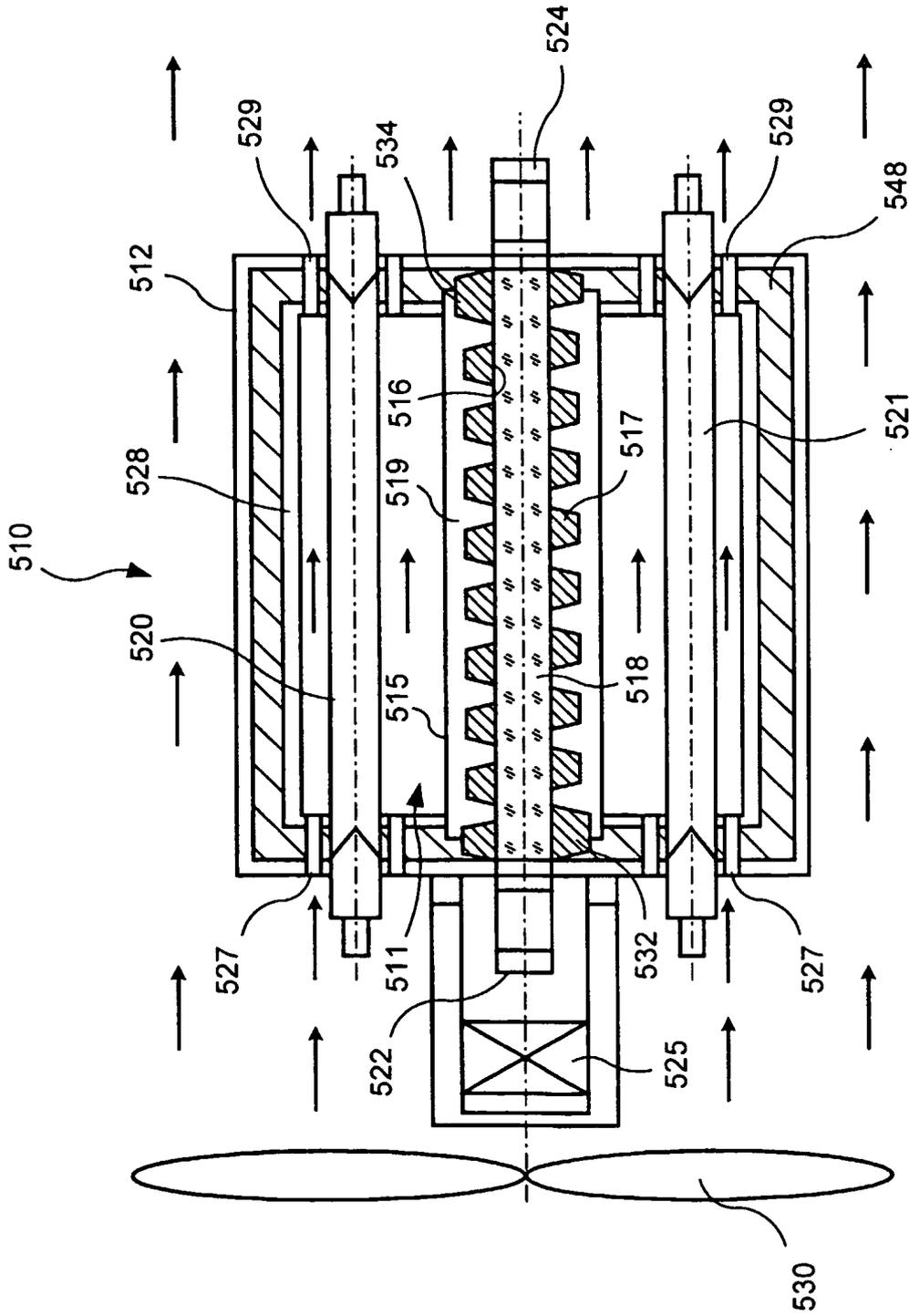


FIG. 5

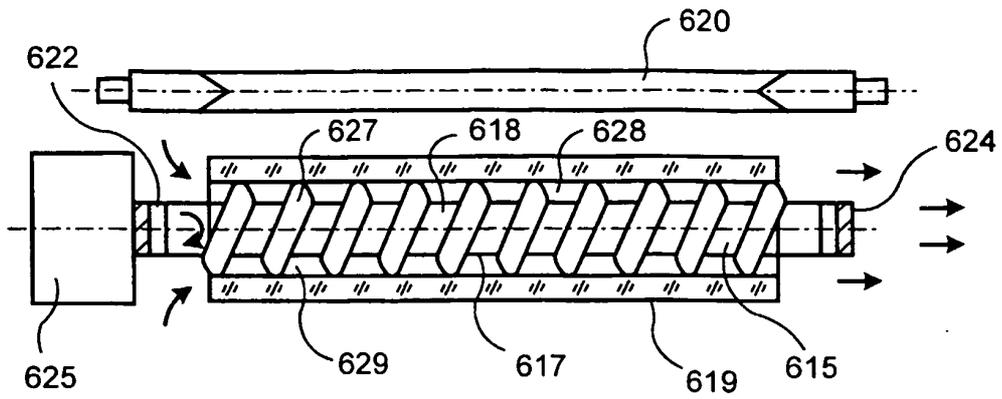


FIG. 6

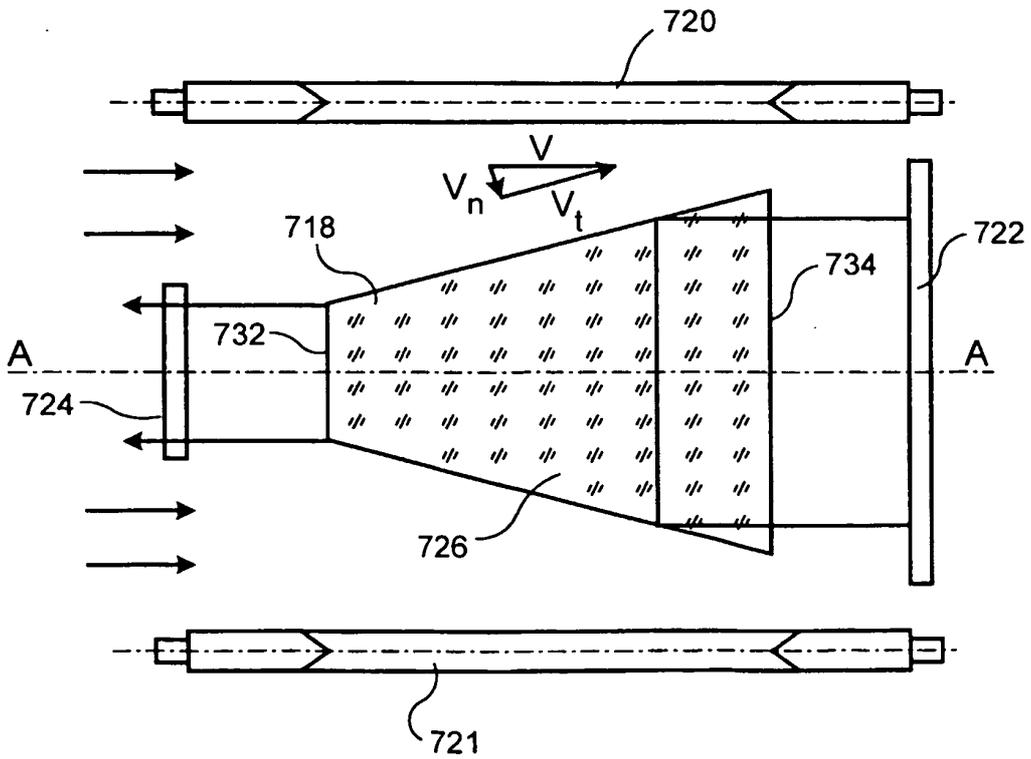


FIG. 7

